

Optical elements and Fresnel lens

Publication number: CN1261156 (A)

Publication date: 2000-07-26

Inventor(s): ISHIHISAO OONISHI [JP]; ICHIRO MATSUZAKI [JP];
SUGIHIRO KUMAGAI [JP]

Applicant(s): KURARAY CO [JP]

Classification:

- **international:** **G02B3/08; G03B21/62; G02B3/08; G03B21/62;** (IPC1-7): G02B5/18; G02B3/08

- **European:** G02B3/08; G03B21/62B

Application number: CN19991015978 19991202

Priority number(s): JP19980342795 19981202

Also published as:



CN1143142 (C)



EP1006400 (A2)



US6282034 (B1)

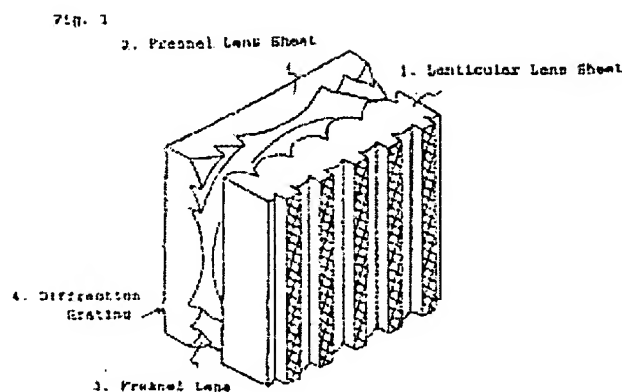


KR20000047738 (A)

Abstract not available for CN 1261156 (A)

Abstract of corresponding document: **EP 1006400 (A2)**

Provided is an optical device through which the angle of light passing and going out has little wavelength dependency and which is well applicable to Fresnel lenses with little coloration of light passing through it. The optical device has a diffraction grating formed on one surface and capable of diffracting rays of light incident thereon, and has a refracting member (e.g., a Fresnel lens) formed on the other surface opposite to the diffraction grating and capable of refracting the diffracted rays of light from the diffraction grating to make the refracted rays of light go out of it, in which the wavelength dependency of the diffractive angle of the main rays diffracted by the diffraction grating compensates for the wavelength dependency of the refractive angle thereof refracted by the refracting member, or that is, the former wavelength dependency is opposite to and cancels out the latter one.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁷

G02B 5/18

G02B 3/08

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 99115978.0

[43]公开日 2000 年 7 月 26 日

[11]公开号 CN 1261156A

[22]申请日 1999.12.2 [21]申请号 99115978.0

[30]优先权

[32]1998.12.2 [33]JP [31]342795/1998

[71]申请人 可乐丽股份有限公司

地址 日本冈山县

[72]发明人 大西伊久雄 松崎一朗 熊谷杉决

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 叶恺东

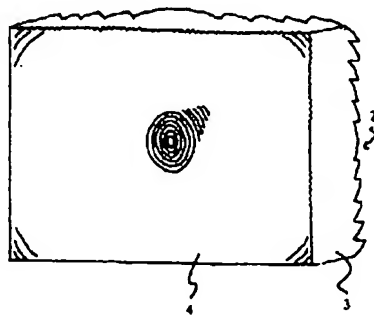
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图页数 7 页

[54]发明名称 光学元件和非涅耳透镜片

[57]摘要

本发明的目的在于提供一种光学元件,其即使在射出角度的波长依赖性较低、用于菲涅耳透镜的情况下,仍难于产生着色现象。

在一个面上形成使入射光发生衍射的衍射光栅(4),在与该衍射光栅面相对的面上形成使该衍射光以折射方式射出的折射部件[比如菲涅耳透镜(3)],该衍射光栅(4)中的主衍射光的衍射角度的波长依赖性、以及该菲涅耳透镜(3)中的折射角度的波长依赖性处于相互补偿的关系,即两个波长依赖性处于相反而相互抵消的关系。



ISSN 1000-8427 4

权 利 要 求 书

1.一种光学元件,其特征在于,在一个面上形成使入射光发生衍射的衍射光栅,在与该衍射光栅面相对的面上形成使该衍射光以折射方式射出的折射部件,
5 该衍射光栅中的主衍射光的衍射角度的波长依赖性、以及该折射部件中的折射角度的波长依赖性处于相互补偿的关系。

2.一种光学元件,其特征在于,在一个面上形成使入射光折射的折射部件,在与该折射部件面相对的面上形成使该折射光以衍射方式射出的衍射光栅,该衍射光栅中的主衍射光的衍射角度的波长依赖性、以及该折射部件中的折射角度的
10 波长依赖性处于相互补偿的关系。

3.一种光学元件,其特征在于,在一个面上形成使入射光以折射方式射出的折射部件,在该折射部件面上形成衍射光栅,该衍射光栅中的主衍射光的衍射角度的波长依赖性、以及该折射部件中的折射角度的波长依赖性处于相互补偿的关系。

15 4.一种菲涅耳透镜片,其特征在于,在一个面上形成使入射光发生衍射的衍射光栅,在与该衍射光栅面相对的面上形成使该衍射光以折射方式射出的菲涅耳透镜,该衍射光栅中的主衍射光的衍射角度的波长依赖性、以及该菲涅耳透镜中的折射角度的波长依赖性处于相互补偿的关系。

5.一种菲涅耳透镜片,其特征在于,在一个面上形成使入射光折射的菲涅耳透镜,在与该菲涅耳透镜面相对的面上形成使该折射光以衍射方式射出的衍射光栅,该衍射光栅中的主衍射光的衍射角度的波长依赖性、以及该菲涅耳透镜中的
20 折射角度的波长依赖性处于相互补偿的关系。

6.一种菲涅耳透镜片,其特征在于,在一个面上形成使入射光以折射方式射出的菲涅耳透镜,在该菲涅耳透镜面上形成衍射光栅,该衍射光栅中的主衍射光的衍射角度的波长依赖性、以及该菲涅耳透镜中的折射角度的波长依赖性处于相互补偿的关系。
25

7.根据权利要求4~6中的任何一项所述的菲涅耳透镜片,其特征在于,上述衍射光栅按照下述方式形成,该方式为:随着菲涅耳透镜的折射角的增加,光栅的周期减小。

30 8.根据权利要求7所述的菲涅耳透镜片,其特征在于,上述衍射光栅的周期

在 $5 \sim 1000 \mu\text{m}$ 的范围内。

9. 根据权利要求 4~8 中的任何一项所述的菲涅耳透镜片，其特征在于，上述衍射光栅按照下述方式形成，该方式为：随着菲涅耳透镜的折射角的增加，光栅的深度减小。

5 10. 根据权利要求 9 所述的菲涅耳透镜片，其特征在于，上述衍射光栅的深度在 $0.2 \sim 3 \mu\text{m}$ 的范围内。

11. 根据权利要求 4~10 中的任何一项所述的菲涅耳透镜片，其特征在于，上述衍射光栅的光栅方向呈同心圆状。

12. 根据权利要求 4~10 中的任何一项所述的菲涅耳透镜片，其特征在于，上
10 述衍射光栅的光栅方向呈直线状。

13. 根据权利要求 4~12 中的任何一项所述的菲涅耳透镜片，其特征在于，衍射光栅中的 1 次光的强度与 0 次光的强度之和为包括 2 次光以上的高次衍射光的全部射出光的强度的 40% 以上。

14. 一种菲涅耳透镜片，其用于与形成有使入射光发生衍射的衍射光栅的片相
15 组合，其特征在于，在该菲涅耳透镜片上形成使来自该衍射光栅片的衍射光以折射方式射出的菲涅耳透镜，该衍射光栅中的主衍射光的衍射角度的波长依赖性、以及该菲涅耳透镜的折射角度的波长依赖性处于相互补偿的关系。

说明书

光学元件和非涅耳透镜片

5 本发明涉及光学元件和采用该光学元件的非涅耳透镜片。

图 10 表示背投型显示器的示意性结构图。一般，背投型显示器包括投射光像的投射管 11、对从投射管 11 投射的光像进行放大的投射透镜 12、把由投射透镜 12 放大的光像成像的背投屏幕 13，观看者 P 观看在背投屏幕 13 上放大投射的光像。

10 在这里，作为背投屏幕 13 的结构，多数采用双片式结构，其由菲涅耳透镜层 14 和双凸透镜状透镜片 15 构成，该菲涅耳透镜层 14 沿观看者方向会聚由投射管 11 投射的光束，该双凸透镜状透镜片 15 将由该菲涅耳透镜层 14 射出的光沿画面水平方向（屏幕的横向方向）和垂直方向（屏幕方向的高度方向）的规定角度、以适当比例分散，而把视角扩大到规定的范围。

15 近年来，在具有背投屏幕的背投电视机中，为了将电视机的厚度减薄，要求按照投射透镜 12 和背投屏幕 13 之间的距离缩短方式进行设置。另外，还要求提高屏幕外周部的亮度。为了适应这些要求，必须增加菲涅耳透镜层 14 的外周部的菲涅耳角度。一般，由于形成菲涅耳透镜层中的菲涅耳透镜面的材料的折射率具有波长依赖性，这样从菲涅耳透镜射出的光的角度随光的波长而不同。由于随着
20 菲涅耳角度的增加，因光的波长不同而造成的射出角度的差值加大，这样在屏幕上会产生着色现象，使图象质量降低。因此，通过增加菲涅耳透镜层的外周部的菲涅耳角度，来实现背投电视机的厚度的减薄是困难的。

本发明是针对上述问题而提出的，本发明的目的在于提供一种光学元件，其即使在射出角度的波长依赖性较低、用于菲涅耳透镜的情况下，仍难于产生着色
25 现象。

解决上述问题的本发明的光学元件是这样的，在一个面上形成使入射光发生衍射的衍射光栅，在与该衍射光栅面相对的面上形成使该衍射光以折射方式射出的折射部件，该衍射光栅中的主衍射光的衍射角度的波长依赖性、以及该折射部件中的折射角度的波长依赖性处于相互补偿的关系，即两个波长依赖性处于相反
30 而相互抵消的关系。解决上述问题的本发明的另一光学元件是这样的，在一个面

上形成使入射光折射的折射部件，在与该折射部件面相对的面上形成使该折射光以衍射方式射出的衍射光栅，该衍射光栅中的主衍射光的衍射角度的波长依赖性、以及该折射部件中的折射角度的波长依赖性处于相互补偿的关系。通过采用菲涅耳透镜构成上述各光学元件中的折射部件，便获得菲涅耳透镜片。

- 5 在本发明中，也可在折射部件面上形成衍射光栅，即本发明的光学元件是这样的，在一个面上形成使入射光以折射方式射出的折射部件，在该折射部件面上形成衍射光栅，该衍射光栅中的主衍射光的衍射角度的波长依赖性、以及该折射部件中的折射角度的波长依赖性处于相互补偿的关系。通过采用菲涅耳透镜构成该光学元件中的折射部件，便获得菲涅耳透镜片。另外，在本发明中，也可分别
- 10 在各自的片上形成衍射光栅和菲涅耳透镜。即，可将形成有使入射光发生衍射的衍射光栅的衍射光栅片与下述菲涅耳透镜片相组合，该菲涅耳透镜片具有折射角度的波长依赖性与衍射光栅中的主衍射光的衍射角度波长依赖性处于相互补偿的关系，该菲涅耳透镜片上设置有使衍射光以折射方式射出的菲涅耳透镜。

- 在空气与物体的界面使光发生折射的场合，如果光的入射角度由 θ_{in} 表示、
- 15 光的射出角度由 θ_{out} 表示、空气的折射率由 1 表示、构成物体的材料的折射率由 n 表示，一般下述的关系式成立。

$$\sin(\theta_{out}) = n \cdot \sin(\theta_{in}) \quad \dots (1)$$

- 在这里，相对从光源射出的红色光 (R)、绿色光 (G) 和蓝色光的，形成菲涅耳透镜的材料的折射率分别由 n_R 、 n_G 、 n_B 表示，来自菲涅耳透镜的红色光、
- 20 绿色光和蓝色光的射出角度分别由 θ_R 、 θ_G 、 θ_B 表示。对于一般的材料，

$$n_R < n_G < n_B \quad \dots (2)$$

根据 (1) 式，则

$$\theta_R < \theta_G < \theta_B \quad \dots (3)$$

- 因此，如图 9 (a) 的模型所示，来自菲涅耳透镜片的射出光的射出角度产生
- 25 波长依赖性。由于该波长依赖性，画面着色并被观察到，图像的质量大大降低。

然而在衍射光栅的周期由 P 表示、入射光的波长由 λ 表示、光的入射角度由 ϕ_{in} 表示、衍射次数由 m 表示的场合，一般下式成立。

$$\sin(\phi_{out}) = \sin(\phi_{in}) + m\lambda / P \quad \dots (4)$$

- 如果红色光、绿色光和蓝色光的波长分别由 λ_R 、 λ_G 和 λ_B 表示，各光线
- 30 射入衍射光栅时的红色光、绿色光和蓝色光的衍射角分别由 ϕ_R 、 ϕ_G 和 ϕ_B 表

示, 则由于

$$\lambda_R > \lambda_G > \lambda_B \quad \dots (5)$$

这样按照 $m > 0$ 的衍射次数, 下述关系成立:

$$\phi_R > \phi_G > \phi_B \quad \dots (6)$$

5 因此, 如图 9 (b) 所示, 在与菲涅耳透镜面相对的面 (内面) 上形成衍射光栅的场合, 衍射光栅的衍射角度的波长依赖性, 以及菲涅耳透镜的折射角的波长依赖性按照相互抵消的方式作用。由此, 可通过使来自菲涅耳透镜片的射出光的射出角度具有波长依赖性, 来减小图象的着色现象。

图 1 为采用本发明的菲涅耳透镜片的背投屏幕的一个实例的示意性透视图;

10 图 2 为本发明的菲涅耳透镜片的一个实例的示意性透视图;

图 3 为本发明的菲涅耳透镜片中的光栅周期和光栅深度的说明图;

图 4 为表示本发明的菲涅耳透镜片中的光栅周期和光栅深度的一个例子的图;

图 5 为本发明的菲涅耳透镜片的另一实例的示意性透视图;

15 图 6 为本发明的菲涅耳透镜片的另一实例的示意性剖面图;

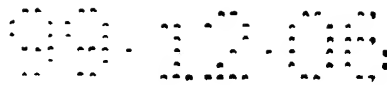
图 7 为本发明的菲涅耳透镜片的又一实例的示意性透视图;

图 8 为本发明的菲涅耳透镜片的又一实例的示意性剖面图;

图 9 为本发明的菲涅耳透镜片的性能的说明图;

图 10 为已有的背投型显示器的示意性结构图。

20 图 1 为采用本发明的菲涅耳透镜片的背投屏幕的示意性透视图。在该背面屏幕中, 在观看侧设置有双凸透镜状透镜片 1, 在投射管 (图中未示出) 侧设置有菲涅耳透镜片 2。如图 2 所示的透视图所示, 在菲涅耳透镜片 2 的投射管侧的面上形成有衍射光栅 4, 在射出侧形成有菲涅耳透镜 3。在这里, 如图 2 的透视图所示, 该衍射光栅中的光栅可按照菲涅耳透镜与中心保持一致的同心圆状的方式形成, 但是衍射光栅的中心与菲涅耳透镜的中心不必保持一致, 根据所需的聚光特性, 上述两个中心也可错开。在衍射光栅中的光栅按照菲涅耳透镜与中心保持一致的同心圆状的方式形成的场合, 从投射管射出而射入衍射光栅的入射光按照朝向中心方向的方式发生衍射。由于按照上述方式构成, 可以二维方式会聚光, 这样可使屏幕的亮度提高。上述的菲涅耳透镜片是这样制造的, 即通过在比如作为
30 基板的透明塑料层中的一侧面上通过加压法形成衍射光栅面, 接着在上述透明塑



料层中的另一侧面采用紫外线硬化树脂、通过 2P 法形成菲涅耳透镜。

在用作凸透镜的非涅耳透镜中，非涅耳透镜片的中间部和外周部使光折射的大小是不同的，一般外周部使光折射的大小大于中间部。具体来说，按照在非涅耳透镜的折射角较大的周边部附近非涅耳透镜的高度较大的方式来确定非涅耳透镜的形状。另外，对应于该情况，最好在非涅耳透镜片的中间部与周边部使衍射光栅中光栅的周期不同。由于入射光较大地折射，这样非涅耳透镜片中的折射造成的波长分散在上述透镜片周边部比在其中间部附近显著产生。由于衍射光栅中的光栅周期在非涅耳透镜的折射角较大的周边部较短，这样可增加衍射角的波长依赖性，消除折射造成的波长分散。在非涅耳透镜片的中间部与周边部、衍射光栅中光栅的周期不同时，最好上述衍射光栅的周期在 $5 \sim 1000 \mu\text{m}$ 的范围内。其原因是，在衍射作用不太强、观察图象的场合，不会形成歪扭的图象，另外越是不能获得充分的特性，衍射作用越不能太小。

在背投屏幕中的菲涅耳透镜片中，由于在外周部来自投射管的光倾斜地射入，表观光栅的深度大于实际光栅的深度。因此，为了使衍射光栅的衍射作用在菲涅耳透镜片中的中间部与外周部保持一定，则必须按照下述方式形成光栅，该方式：菲涅耳透镜的折射角较大的外周部中的光栅深度小于中间部的光栅深度。在此场合，最好光栅深度在 $0.2 \sim 3 \mu\text{m}$ 的范围内。当光栅深度小于 $0.2 \mu\text{m}$ 时，衍射光的比例过小。

图3为表示对应于从菲涅耳透镜中心的距离、菲涅耳透镜中的菲涅耳角度、
20 光栅周期和光栅深度不同的菲涅耳透镜片的剖面示意图。如果中间部的
光栅周期和光栅深度分别由 P_1 和 H_1 表示, 外周部的光栅周期和光栅深度分别由 P_2 和 H_2 表示, 则在该菲涅耳透镜片中, 如图4所示, 下述关系成立, 即

$$H_2 < H_1$$

$$P_2 \triangleleft P_1$$

25 表1表示对应于从本发明的菲涅耳透镜片中的菲涅耳透镜中心的距离的菲涅耳角度、光栅周期和光栅深度的一个实例。该菲涅耳透镜片是通过下述方式获得的,即在如表2中表示相应红色光、绿色光和蓝色光的各波长的折射率的基板(厚度:1.85mm)上叠置2P树脂(厚度:0.15mm)层。

(表 1)

半径 (mm)	菲涅耳角度 (deg)	光栅周期 (μm)	光栅深度 (μm)
100	14.2	34.7	0.99
200	26.8	25.8	0.97
300	37.0	19.2	0.94
400	44.9	14.4	0.89
500	51.0	11.2	0.85
600	55.8	9.1	0.80

(表 2)

构成部件		基板	2P 树脂
材料名称		丙烯酸苯乙烯共聚物	丙烯酸系光硬化树脂
折 射 率	波长: 470nm	1.545	1.558
	波长: 550nm	1.537	1.552
	波长: 610nm	1.532	1.549

- 5 图 5 为表示本发明的菲涅耳透镜片的另一实例的透视示意图。在该菲涅耳透镜片 5 中, 衍射光栅 6 按照在与形成有菲涅耳透镜 7 的面相对的面上光栅的方向沿水平方向的方式形成。图 6 为表示该菲涅耳透镜片的剖面图。在该菲涅耳透镜片中, 射入衍射光栅 6 的光沿上下方向发生衍射。由此, 可使菲涅耳透镜片兼有双凸透镜状透镜的作用, 还可减少屏幕外周部的着色。此外, 即使在按照上述方
- 10 式沿水平方向形成衍射光栅的情况下, 仍可对应于菲涅耳透镜的折射角, 改变光栅周期和光栅深度。

图 7 为表示本发明的菲涅耳透镜片的又一实例的透视示意图。在该菲涅耳透

镜片 8 中，在菲涅耳透镜面 10 上形成衍射光栅 9。图 8 表示该菲涅耳透镜片的剖面图。具有这样的结构的菲涅耳透镜片可通过下述方式制造，该方式为：采用在菲涅耳透镜面上预先形成有衍射光栅的菲涅耳透镜片的金属模，通过 2P 法制造。按照上述结构，由于不必在菲涅耳透镜片的两个侧面进行单独的工序，这样可提
5 高生产性。

通过衍射光栅的光按照由衍射的次数确定的离散角度射出。在按照较多的次数射出光的场合，由于光发生分散，亮度降低。在以 1 次衍射光等的特定次数会聚光的场合，可提高相对由该次数确定的射出角度的亮度。在此场合，衍射光栅的光栅剖面形状可为锯齿状。还有，通过采用某个范围的次数（比如，1~5 次）
10 的衍射光，可从各方向观看屏幕。在此场合，可使衍射光栅的光栅剖面的形状为正弦波状、三角形状、矩形状等各种形状。再有，通过按照衍射光栅中的 1 次光的强度与 0 次光的强度之和为包括 2 次光以上的高次衍射光的全部射出光的强度的 40% 以上的方式来形成衍射光栅，则可有效地利用光并提高亮度。

另外，在采用本发明的菲涅耳透镜片构成背投屏幕的场合，也可与图 10 所示的一般的双凸透镜状透镜片相组合，还可在双凸透镜状透镜片的观察侧，添加
15 保护用的前面层。

即使在射出角度的波长依赖性低、用于菲涅耳透镜的情况下，可提供难于产生着色现象的光学元件。

说明书附图

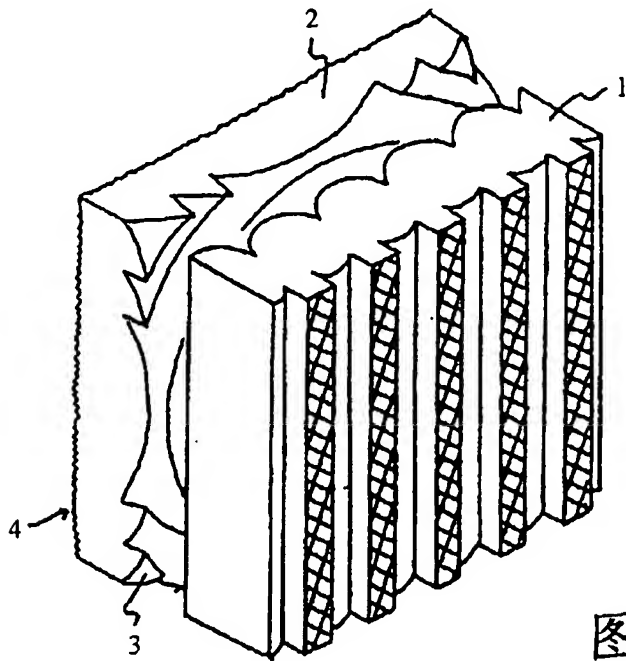


图 1

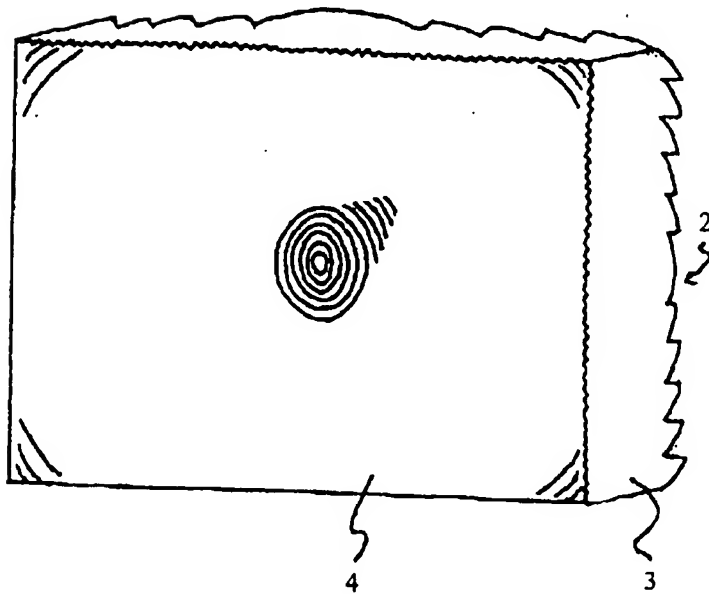


图 2

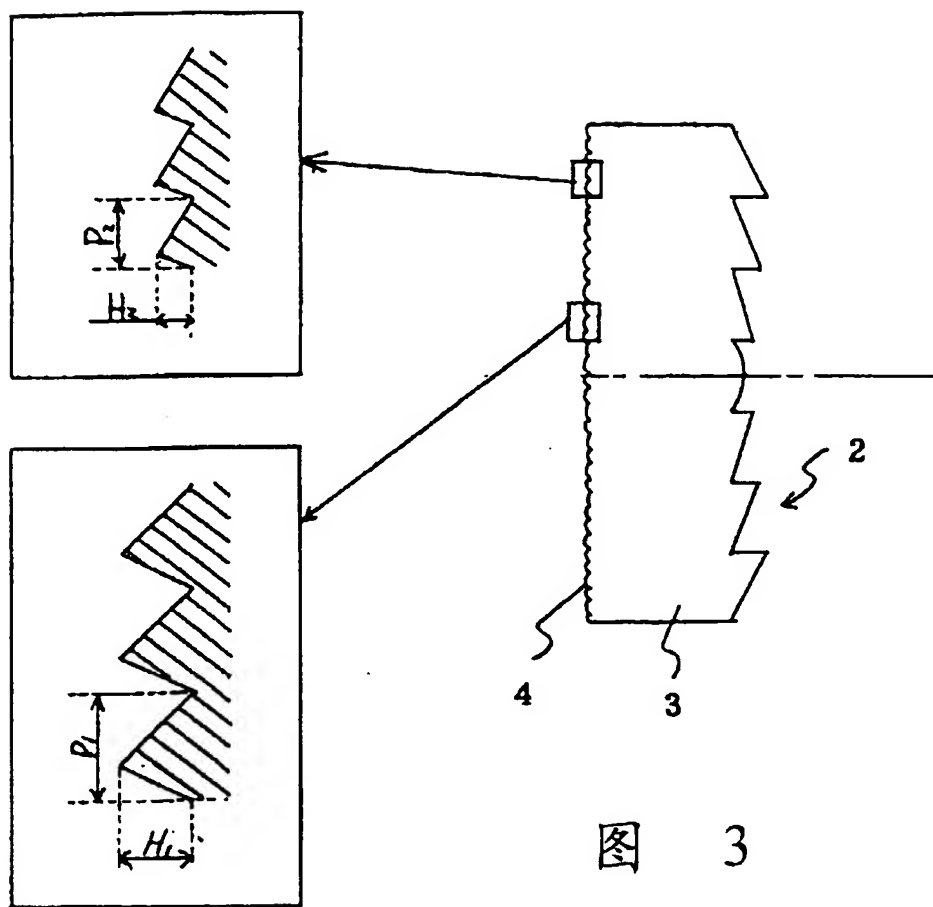


图 3

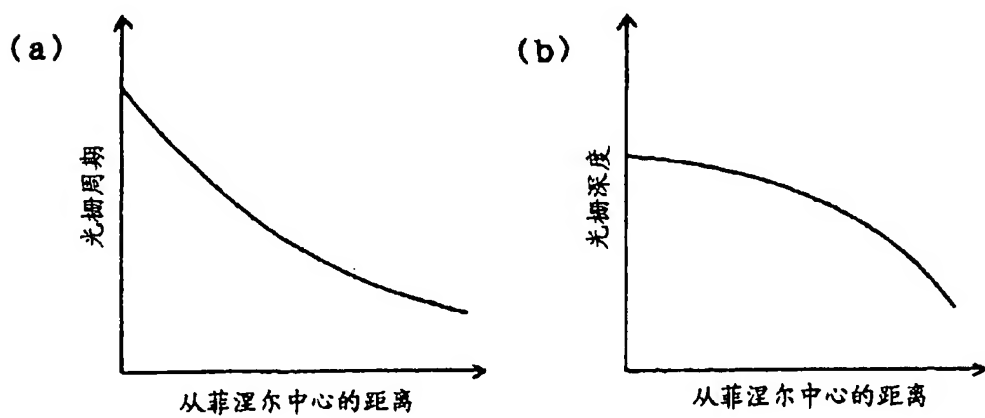


图 4

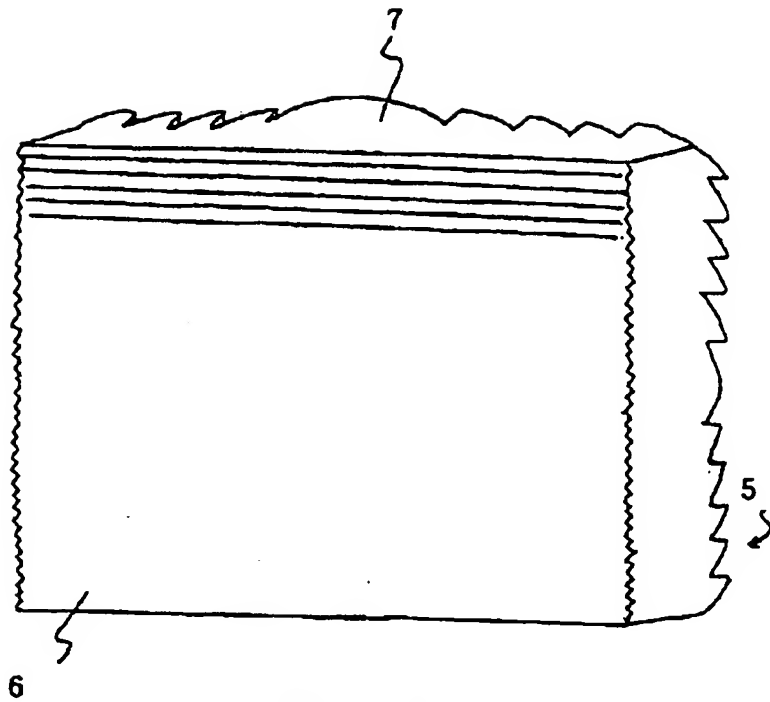


图 5

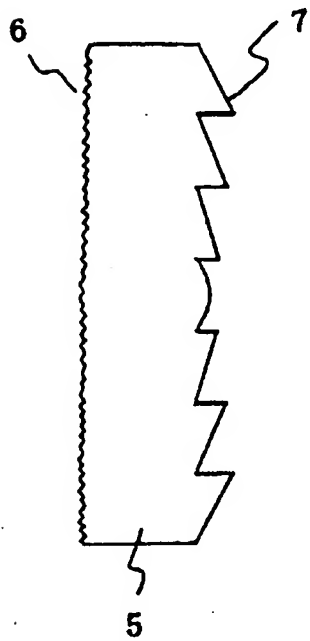


图 6

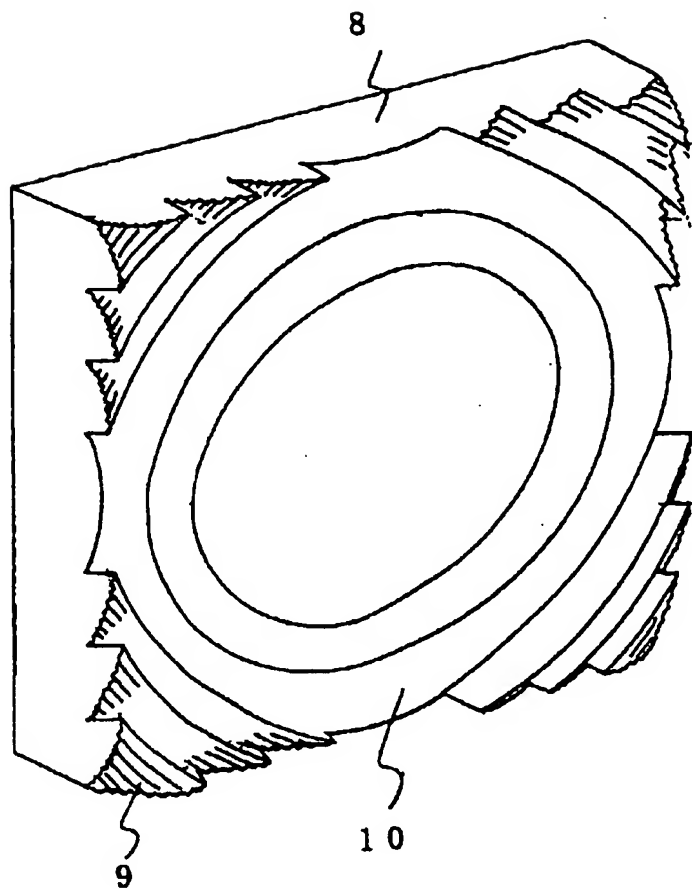


图 7

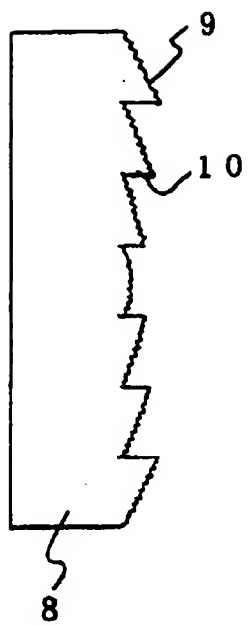


图 8

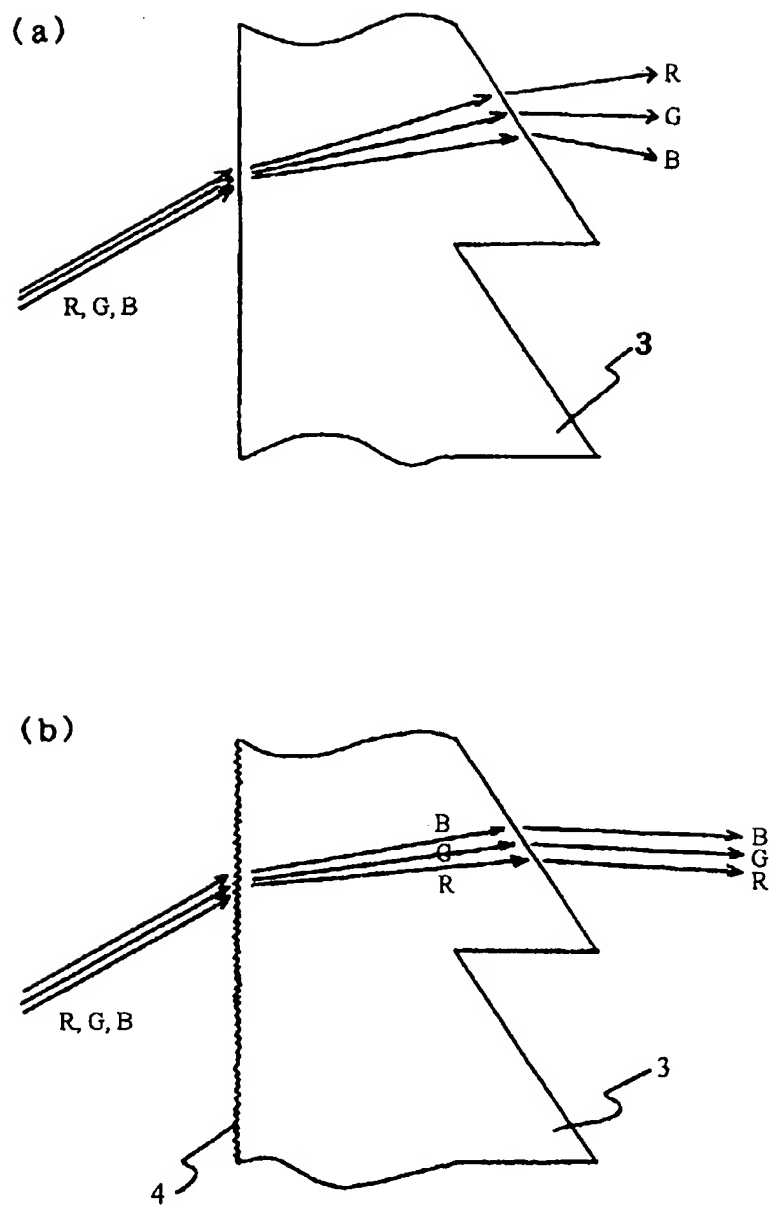


图 9

(1)

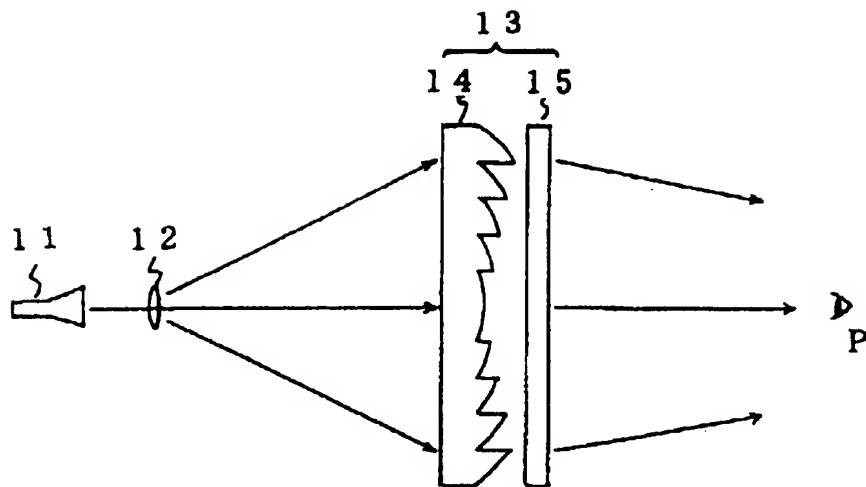


图 10